

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM
GEBIET DES PATENTWESENS**

REC'D 27 FEB 2006

PCT

WIPO

PCT

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE
PATENTIERBARKEIT**

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts A2004/00142	WEITERES VORGEHEN	siehe Formblatt PCT/IPEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/AT2005/000021	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 27.01.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 02.02.2004	
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK B23B51/04, B23B41/02, B23B49/02, B23Q17/22, B23Q1/34, B23Q11/10			
Anmelder SCHOELLER-BLECKMANN OILFIELD TECHNOLOGY GMBH & ...			

- Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 9 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen
 - (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 19 Blätter; dabei handelt es sich um
 - Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).
 - Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.
 - (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben) , der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- Feld Nr. II Priorität
- Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 10.01.2006	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 27.02.2006
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Rilliard, A Tel. +31 70 340-4109



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2005/000021

Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
 - Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
 - internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))
 - Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)
 - internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)
2. Hinsichtlich der **Bestandteile*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt*):

Beschreibung, Seiten

7-25 in der ursprünglich eingereichten Fassung
1-6 eingegangen am 12.01.2006 mit Schreiben vom 10.01.2006

Ansprüche, Nr.

1-93 eingegangen am 12.01.2006 mit Schreiben vom 10.01.2006

Zeichnungen, Blätter

1/8-8/8 in der ursprünglich eingereichten Fassung

einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:
 - Beschreibung: Seite
 - Ansprüche: Nr. 94-97
 - Zeichnungen: Blatt/Abb.
 - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
 - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):
4. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigefügten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c).
 - Beschreibung: Seite
 - Ansprüche: Nr.
 - Zeichnungen: Blatt/Abb.
 - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
 - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2005/000021

Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:
 - die Ansprüche eingeschränkt.
 - zusätzliche Gebühren entrichtet.
 - zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
 - weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.
2. Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.
3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3
 - erfüllt ist.
 - aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:
siehe Beiblatt
4. Daher ist der Bericht für die folgenden Teile der internationalen Anmeldung erstellt worden:
 - alle Teile.
 - die Teile, die sich auf die Ansprüche mit folgenden Nummern beziehen: .

Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung
Neuheit (N) Ja: Ansprüche 1-93
Nein: Ansprüche
- Erfinderische Tätigkeit (IS) Ja: Ansprüche 1-93
Nein: Ansprüche
- Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) Ja: Ansprüche: 1-93
Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

siehe Beiblatt

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2005/000021

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: DE 33 14 718 A1 (KNOLL, HANS) 25. Oktober 1984 (1984-10-25)
D2: DE 44 30 331 A1 (SCHWAEBISCHE HUETTENWERKE GMBH, 73433
AALEN, DE) 29. Februar 1996 (1996-02-29)
D3: [Online] XP002326416 Gefunden im Internet:
URL:http://www.mmsonline.com/articles/0603_03.html>
D4: US-A-4 395 169 (KASHIWAGI ET AL) 26. Juli 1983 (1983-07-26)
D5: EP-A-0 768 136 (PLANSEE TIZIT GESELLSCHAFT M.B.H) 16. April
1997 (1997-04-16)
D6: US-B1-6 586 862 (CSELLE TIBOR) 1. Juli 2003 (2003-07-01)
D7: US-A-5 755 537 (LUBBERING ET AL) 26. Mai 1998 (1998-05-26)
D8: EP-A-1 291 104 (SUGINO CORP) 12. März 2003 (2003-03-12)
D9: EP-A-0 838 304 (JOHANNES LUEBBERING AG) 29. April 1998 (1998-
04-29)
D10: DE 37 20 837 A1 (CONRADS, WILHELM) 15. Oktober 1987 (1987-10-
15)
D11: FR-A-2 287 679 (STE NALE INDLE AEROSPATIALE) 7. Mai 1976
(1976-05-07)
D12: DE 19 49 248 A1 (GERSTENBERG MARIANNE) 22. April 1971 (1971-
04-22)
D13: GB-A- 797557 (paul jacques bissey) 2. Juli 1958 (1958-07-02)

Zu Punkt IV

Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

2.1. Diese Behörde hat festgestellt, daß die internationale Anmeldung mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen enthält, die nicht durch eine einzige allgemeine erforderliche Idee verbunden sind (Regel 13.1 PCT), nämlich:

I: Ansprüche 1-25, 28-51 und 52-65 (insofern als von Ansprüche 24 oder 25

abhängig);

II: Ansprüche 26, 27, und 52-65 (insofern als von Ansprüche 26 oder 27 abhängig);

III: Ansprüche 66-93.

Die Gründe dafür sind die folgenden.

2.2.1. Dokument **D1** offenbart:

ein Bohrer mit einem Bohrkopf (60) mit einem Durchmesser D, wobei der Bohrkopf (60) an einer Bohrerspitze (66) nur eine, sich über einen Teil des Durchmesser D erstreckende Schneide hat, und mit einer seitlichen, V-förmigen Spanabführungssicke (14) und mit einem Kanal (68) mit einer Austrittsöffnung (80) im Bohrkopf (60) für die Zuführung eines Bohrfluids, wobei an einer der Sicke (14) abgewandten Bohrerseite des Bohrkopfs zwischen einer ersten und einer zweiten Zylindermantelteilelfäche des Bohrkopfs eine den Querschnitt des Bohrkopfs bezüglich einer einhüllenden Zylindermantelfläche des Bohrkopfs reduzierende Rückversetzung (74 oder 78) ausgebildet ist.

2.2.2. **D1** offenbart nicht die folgenden Merkmale des **Anspruchs 1: dass die Rückversetzung zumindest annähernd ebenflächig ausgebildet und in einem der Bohrerspitze zugewandten Endbereich des Bohrkopfs angeordnet ist, und sich in axialer Richtung erstreckt; dass eine Flächennormale der Rückversetzung mit einer Winkelhalbierenden der Sicke einen Winkel einschließt, wobei dieser Winkel einen Wert aus einem Bereich von -50 °bis+50 °hat.** Somit stellen sie besondere technische Merkmale (**BTM1**) des Anspruchs 1 und der davon abhängigen Ansprüche 2-25, 28-51 und 52-65 (insofern als von Ansprüche 24 oder 25 abhängig) im Sinne von Regel 30(1) EPÜ dar, die folgendes Problem lösen: die Effizienz der Beeinflussung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs zu verbessern.

2.2.3. **D1** offenbart nicht das folgende Merkmal des **Anspruchs 26: dass der Bohrkopf ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element aufweist.** Somit stellt es das besondere technische Merkmal (**BTM2**) des Anspruchs 26 und der davon abhängigen Ansprüche 27 und 52-65 (insofern als von Ansprüche 26 oder 27 abhängig) im Sinne von Regel 30(1) EPÜ dar, das folgendes Problem löst: die Beeinflussung des räumlichen

Längsverlaufs des Bohrlochs weitestgehend automatisiert durchzuführen.

2.2.4. D1 offenbart nicht die folgenden Merkmale der **Ansprüche 66 oder 93**: *ein Verfahren zum Bohren von tiefen Bohrlöchern, wobei eine periodisch über einen vorbestimmbaren Rotationswinkelbereich wirkende Radialkraft ausgeübt wird, und wobei die Radialkraft durch einen Druckpolster oder durch ein in der Rückversetzung angeordnetes piezoelektrisches Element erzeugt wird.*

Somit stellen sie besondere technische Merkmale (**BTM3**) des Ansprüche 66-93 im Sinne von Regel 30(1) EPÜ dar, die folgendes Problem lösen: eine genauere Kontrolle der Beinflussung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs zu erreichen.

2.3. Da **BTM1**, **BTM2** und **BTM3** unterschiedlich sind und auch unterschiedliche Probleme lösen, können sie nicht als gleiche oder entsprechende besondere technische Merkmale angesehen werden und der in Regel 30(1) EPÜ geforderte technische Zusammenhang zwischen den einzelnen Erfindungen ist nicht gegeben.

2.4. Somit enthält die Anmeldung 3 Gruppen von Erfindungen, die nicht durch eine einzige allgemeine erforderische Idee verbunden sind.

2.5. Trotzdem hat die Behörde beschlossen, um das Verfahren zu beschleunigen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erforderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

3.1.1. Das Dokument **D1**, das als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen wird, offenbart einen Bohrer von dem sich der Gegenstand des Anspruchs 1 dadurch unterscheidet, dass *die Rückversetzung zumindest*

annähernd ebenflächig ausgebildet und in einem der Bohrerspitze zugewandten Endbereich des Bohrkopfs angeordnet ist, und sich in axialer Richtung erstreckt; dass eine Flächennormale der Rückversetzung mit einer Winkelhalbierenden der Sicke einen Winkel einschließt, wobei dieser Winkel einen Wert aus einem Bereich von -50 °bis +50 °hat.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu (Artikel 33(2) PCT).

3.1.2. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, die Effizienz der Beeinflussung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs zu verbessern.

Die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT): beim Bohren kann in dem zwischen der Rückversetzung und dem Bohrloch gebildeten Volumen ein Druckpolster aus Bohrfluid aufgebaut werden, und damit kann auf den Bohrkopf eine Radialkraft ausgeübt werden.

Weder **D1** noch keines der anderen Dokumente (**D2-D13**) offenbart oder schlägt eine solche Kombination von Merkmale vor.

3.1.3. Der Gegenstand der Ansprüche 28 und 52 (insofern als von Ansprüche 24 oder 25 abhängig) umfasst eine Vorrichtung mit einem solchen Bohrer. Die Ansprüche 2-25, 29-51 und 53-65 (insofern als von Ansprüche 24 oder 25 abhängig) sind von Ansprüche 1, 28 oder 52 abhängig. Ansprüche 2-25, 28-51 und 52-65 (insofern als von Ansprüche 24 oder 25 abhängig) erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

3.2.1. Das Dokument **D1**, das als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 26 angesehen wird, offenbart einen Bohrer von dem sich der Gegenstand des Anspruchs 1 dadurch unterscheidet, dass *der Bohrkopf ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element aufweist*.

Der Gegenstand des Anspruchs 26 ist somit neu (Artikel 33(2) PCT).

3.2.2. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, die Beeinflussung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs weitestgehend automatisiert durchzuführen.

Die in Anspruch 26 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT): beim Bohren ermöglicht dieses Element die Messung der momentanen Position des Bohrkopfs.

Weder **D1** noch keines der andere Dokumente (**D2-D13**) offenbart oder schlägt eine solche Kombination von Merkmale vor.

3.2.3. Der Gegenstand des Anspruchs 52 (insofern als von Ansprüche 26 oder 27 abhängig) umfasst eine Vorrichtung mit einem solchen Bohrer. Die Ansprüche 27 und 53-65 (insofern als von Ansprüche 26 oder 27 abhängig) sind von Ansprüche 26 oder 52 abhängig. Ansprüche 27 und 52-65 (insofern als von Ansprüche 26 oder 27 abhängig) erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

3.3.1. Das Dokument **D2**, das als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand der Ansprüche 66 und 93 angesehen wird, offenbart ein Verfahren zum Bohren von dem sich der Gegenstand der Ansprüche 66 und 93 dadurch unterscheidet, dass *die Radialkraft durch einen Druckpolster (Anspruch 66) oder durch ein in der Rückversetzung angeordnetes piezoelektrisches Element (Anspruch 93) erzeugt wird*.

Der Gegenstand der Ansprüche 66 und 93 ist somit neu (Artikel 33(2) PCT).

3.3.2. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, eine genauere Kontrolle der Beeinflussung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs zu erreichen.

Die in Anspruch 66 oder in Anspruch 93 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösungen beruhen aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
BERICHT ZUR PATENTIERBARKEIT
(BEIBLATT)**

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2005/000021

Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT): mit dem Druckpolster oder dem piezoelektrisches Element kann auf zusätzliche technische Einrichtungen an dem Bohrer verzichtet werden.

Weder **D2** noch keines der andere Dokumente (**D1, D3-D13**) offenbart oder schlägt eine solche Kombination von Merkmale vor.

3.2.3. Die Ansprüche 67-92 sind von Anspruch 66 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

Bohrer und Verfahren zum Bohren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bohren von tiefen Bohrlöchern in Werkstücken und einen Bohrer für eine derartige Vorrichtung, entsprechend den 5 Oberbegriffen der Ansprüche 1, 26, 28, 52, 66 und 93.

Von Tiefbohren wird bereits ab einem Verhältnis von Lochtiefe zu Durchmesser gleich oder größer 5 bis 10 gesprochen. Verfahrenstechnisch sehr hohe Anforderungen sind bei Lochtiefen zu Durchmesserverhältnissen ab etwa 100 zu bewältigen. Bei Lochtiefen zu Durchmes- 10 serverhältnissen dieser Größenordnung wird es immer schwieriger einen geraden, räumlichen Längsverlauf des Bohrlochs sicherzustellen. Als wirtschaftlich vorteilhafte Methode für das Tiefbohren erweist sich die Verwendung sogenannter Einlippenbohrer.

Ein derartiger Einlippenbohrer ist beispielsweise aus der DE 36 29 033 C2 bekannt. Darin 15 wird ein Einlippen-Vollbohrer mit einem Kühlmittelzuführkanal und einem eine Schneidplatte tragenden Bohrkopf beschrieben. Der Bohrkopf aus einem massiven Hartmetall ist an einem Bohrschaft befestigt, wobei die Kühlmittelzuführbohrung durch eine gemeinsame axial ausgerichtete Bohrung in dem Bohrschaft als auch dem Bohrkopf gebildet ist. Der Bohrschaft verfügt über eine V-förmige Spanabführnut bzw. Sicke.

Aus dem Dokument DE 44 30 331 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beeinflus- 20 sung des Verlaufs von Tieflochbohrungen bekannt. Die Beeinflussung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs erfolgt dabei dadurch, dass in den Spalt zwischen der Bohrung und der Bohrstange bzw. dem Bohrschaft ein Druckstück eingebracht wird, durch das der Bohrschaft gezielt in eine Richtung verbogen wird und damit dem Bohrkopf eine gewünschte Richtung aufgezwungen wird. Damit soll es möglich sein, eine bereits verlaufende Bohrung 25 in die gewünschte Richtung zurückzubringen bzw. einen Verlauf in seiner Entstehung zu unterdrücken.

30 Die Aufgabe der Erfindung ist es eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bohren von tiefen Löchern anzugeben, durch das die Effizienz der Beeinflussung des räumlichen Längsverlau- fes des Bohrlochs verbessert werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, durch das die Beeinflussung des räumlichen

- 2 -

Längsverlaufs des Bohrlochs weitestgehend automatisiert durchgeführt werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch den Bohrer entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Von Vorteil ist dabei, dass die seitliche Rückversetzung an dem Bohrkopf des Bohrers zur Ausbildung eines Volumens zwischen dem entsprechenden Oberflächenbereich des Bohrkopfs und der Seitenwand der Bohrung, in die der Bohrer eingeführt ist, zur Verfügung steht. Bohrfluid, dass in den Bereich des Bohrkopfs während des Bohrens herangeführt wird, füllt dieses Volumen aus und bildet einen Druckpolster, der als Reaktionskraft eine seitliche Radialkraft auf den Bohrkopf ausübt. Der erfindungsgemäße Bohrer bietet so mit den Vorteil, dass auf den Bohrkopf gezielt eine Radialkraft ausgeübt werden kann und so die räumliche Richtung des Längsverlaufs des Bohrlochs beeinflusst werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung des Bohrers ist vorgesehen, dass eine Flächennormale der Rückversetzung mit der Winkelhalbierenden der V-förmigen Spanabführungsnot bzw. Sicke des Bohrers einen Winkel einschließt, der aus einem Bereich von -50° bis $+50^\circ$, bevorzugt aus einem Bereich von -30° bis $+30^\circ$ gewählt ist. Von Vorteil ist dabei, dass durch die Wahl dieses Winkels der Flächennormalen der Rückversetzung an dem Bohrkopf eine optimale Ausrichtung der Radialkraft zur Unterstützung der Kraft der Schneide auf das zu bearbeitende Werkstück erreicht werden kann.

Weiters ist vorgesehen, dass sich die Rückversetzung in einem der Bohrerspitze zugewandten Endbereich des Bohrkopfs befindet und sich in axialer Richtung erstreckt bzw. dass die Rückversetzung mit einer Breite ausgebildet ist, wobei das Verhältnis aus dem Durchmesser des Bohrkopfs und der Breite der Rückversetzung einen Wert aus einem Bereich von 0,1 bis 0,8 hat. Von Vorteil ist dabei, dass dadurch ein ausreichend großes Volumen zur Ausbildung des Druckpolsters des Bohrfluids mit einer ausreichend großen effektiven Querschnittsfläche zur Erzeugung der Radialkraft zur Verfügung steht. Die Weiterbildungen des Bohrers gemäß den Ansprüchen 9 bis 16 bieten den Vorteil, dass durch die dementsprechende Formgebung der Schneide des Bohrkopfs die seitliche Ablenkbarkeit durch Einwirkung einer Radialkraft auf den Bohrkopf besonders effektiv ist.

Die Ausbildung des Bohrers, wonach in einem durch die Rückversetzung gebildeten Oberflächenbereich des Bohrkopfs eine zweite Austrittsöffnung zum Ausströmen des Bohrfluids in

den Bereich des Bohrkopfs angeordnet ist, bietet den Vorteil, dass dadurch die mit den pulsierenden Bohrfluidstrom eingeleitete Druckwelle direkt gegen die Seitenwand des Bohrers gerichtet ist und somit deren Wirkung begünstigt wird.

5 Durch die Ausbildung des Bohrers, wonach die Mündungsachse der Austrittsöffnung im Bereich der Rückversetzung gegenüber der Flächennormalen der Rückversetzung geneigt ist bzw. diese Neigung einen Wert aus einem Bereich von 0° bis 70° hat, wird der Vorteil erzielt, dass damit die durch das ausströmende Bohrfluid eingeleitete Druckwelle zu einer Reaktionskraft führt, durch die die Schneidenkraft unterstützt wird, d.h. die durch die Druckwelle eingeleitete Radialkraft und die Schneidenkraft haben annähernd die gleiche räumliche Richtung.

10

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass neben der Austrittsöffnung im Oberflächenbereich der Rückversetzung eine weitere Austrittsöffnung in einem durch die 15 Sicke gebildeten Oberflächenbereich des Bohrkopfs angeordnet ist, wobei diese weitere Austrittsöffnung in einen von der Bohrerspitze des Bohrkopfs weiter entfernt gelegenen Bereich des Bohrkopfs angeordnet ist. Von Vorteil ist dabei, dass ein derartiger Bohrer die Möglichkeit der Einwirkung einer die Richtung der Drehachse verändernden Drehmoments bietet. Es steht somit bei diesem Bohrer eine zusätzliche eigenständige Form der Beeinflussung des 20 Längsverlaufs des Bohrlochs zur Verfügung, d.h. neben der Einwirkung einer Radialkraft ist auch die Einwirkung eines Drehmoments auf den Bohrkopf möglich.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass im Bereich der Rückversetzung an den Bohrkopf ein piezoelektrisches Element angeordnet ist bzw., dass dieses piezoelektrische Element mit einer Anlageseite ausgebildet ist, wobei die Anlageseite mit der einhüllenden Zylindermantelfläche des Bohrkopfs fluchtend ausgebildet ist. Von Vorteil ist dabei, dass damit eine auf den Bohrkopf wirkende Radialkraft nur durch die Einleitung elektrischer Impulse erfolgen kann. Damit ist es auch möglich, umlaufsynchrone Radialkräfte bei 25 sehr hohen Drehzahlen des Bohrers erzeugen zu können.

30 Weiters kann vorgesehen sein, dass der Bohrkopf des Bohrers ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element aufweist bzw. dass dieses Element durch ein Stück eines Gammastrahlung emittierenden chemischen Elements gebildet ist. Dies bietet den Vorteil, dass in

- 4 -

Zusammenwirkung mit einem Strahldetektor der von der Außenseite an das Werkstück herangeführt wird, der Abstand von der Oberfläche des Werkstücks bzw. in der Folge der räumliche Verlauf des Bohrlochs gemessen werden kann. Vorteilhaft ist dabei insbesondere, dass diese Messung ohne Unterbrechung des Bohrvorgangs auch kontinuierlich erfolgen kann.

5

Die Aufgabe der Erfindung wird eigenständig auch durch eine Vorrichtung zum Bohren eines Bohrlochs in einem Werkstück, entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 28, gelöst. Von Vorteil ist dabei, dass damit der für den Bohrprozess ohnehin erforderliche Bohrfluidkreislauf mit dem ein zur Kühlung bzw. Schmierung des Bohrers erforderliches Bohrfluid in das Bohrloch zugeführt wird, gleichzeitig auch dazu dienen kann, die Richtung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs zielgerichtet zu beeinflussen.

10 Von Vorteil ist auch die Weiterbildung der Vorrichtung zum Bohren eines Bohrlochs, wonach der Bohrfluidkreislauf eine Pulsleitung mit einem Ventil umfasst, wobei die Pulsleitung unmittelbar vor der Drehübergabe von der Zuführleitung für das Bohrfluid in den Bohrer abzweigt. Damit kann der zur Erzeugung der in einem gewünschten Rotationswinkelbereich wirkenden Radialkraft erforderliche, periodische, umlaufsynchrone Druckverlauf des Bohrfluids alleine durch kurzzeitiges Öffnen bzw. Schließen des Ventils in der Pulsleitung bewirkt werden. Neben der einen Pumpe zur Erzeugung des Bohrfluidstroms ist somit keine 15 weitere Pumpe zur Erzeugung des pulsierenden Druckverlaufs erforderlich.

20 Weiters ist vorgesehen, dass in dem Bohrfluidkreislauf der Vorrichtung eine Filtereinrichtung mit einem Grobfilter bzw. mit einem Feinfilter für das Bohrfluid vorhanden ist. Dadurch wird die Reibung durch Schmutzpartikel, die mit dem Bohrfluid mittransportiert werden, an den 25 Ventil- bzw. Steuerkanten des Ventils weitgehend vermieden und somit die Standzeit des Ventils deutlich erhöht.

30 Von Vorteil ist auch die Ausbildung der Vorrichtung, wonach die Zuführleitung bzw. die Pulsleitung des Bohrfluidkreislaufs durch Leitung mit einer hohen Stabilität gegenüber einer radialen bzw. gegenüber einer longitudinalen Dehnung ausgebildet sind. Dadurch werden unerwünschte Abschwächungen der Druckimpulse des periodischen Druckverlaufs des Bohrfluids als auch eine zu große Abflachung der ansteigenden bzw. abfallenden Flanken des Druckverlaufes vermieden.

- 5 -

Weiters ist vorgesehen, dass die Vorrichtung auch eine Messvorrichtung zur Messung des räumlichen Längsverlaufes des Bohrlochs umfasst. Diese erlaubt in vorteilhafter Weise, die Abstimmung der Radialkraft auf die jeweilige Position bzw. Abweichung des Bohrkopfs von dem gewünschten Längsverlauf des Bohrlochs.

5

Ebenso ist vorgesehen, dass die Vorrichtung zum Bohren des Bohrlochs eine Steuereinrichtung, die mit dem Drehgeber, mit der Messvorrichtung und mit dem Ventil verbunden ist, umfasst. Dies erlaubt dem Bohrprozess weitestgehend automatisiert durchführen zu können.

10

Gemäß einer Weiterbildung der Vorrichtung ist vorgesehen, dass diese auch ein Bohrleitrohr mit einer Bohrbuchse und einem Bohrbuchsenschaft umfasst, wobei in der Bohrbuchse ein exzentrisch angeordnetes Bohrerführungsloch ausgebildet ist bzw. dass das Bohrerführungsloch bezüglich der Längsmittelachse der Bohrbuchse schräg ausgerichtet ist. Mit diesem Bohrleitrohr steht eine weitere Möglichkeit der Einwirkung einer Radialkraft auf den Bohrer zur Verfügung, indem mit Hilfe des Bohrleitrohrs und eines weiteren Bohrers mit einem entsprechend kleineren Durchmesser der durch das Bohrerführungsloch der Bohrbuchse geführt werden kann, eine sogenannte exzentrische Stichlochbohrung bzw. exzentrische Vorbohrung erzeugt werden kann. Beim anschließenden Fortsetzen des Bohrens mit dem ursprünglichen Bohrer mit dem Durchmesser D des Bohrlochs erfährt dieser Bohrer sodann beim Eindringen 15 in das vorgebohrte Bohrloch aufgrund der exzentrischen Anordnung eine entsprechende Radialkraft.

20

Die Aufgabe der Erfindung wird eigenständig auch durch eine Vorrichtung, entsprechend den Merkmalen des Anspruches 52, gelöst. Von Vorteil ist dabei, dass die periodischen Druckimpulse zur Erzeugung der Radialkraft alleine durch die Einleitung elektrischer Impulse an 25 das piezoelektrische Element erzeugt werden können.

25

Vorteilhafte Weiterbildungen dieser Vorrichtung sind auch durch die Ansprüche 53 bis 65 beschrieben.

30

Eine weitere eigenständige Lösung der Aufgabe der Erfindung ist durch das Verfahren entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 66 angegeben. Von Vorteil ist dabei, dass mit diesem Verfahren die Herstellung eines Bohrlochs mit einem gewünschten Längsverlauf mög-

- 6 -

lich ist. Wird nämlich der Längsverlauf des Bohrlochs während des Bohrvorgangs gemessen, kann Richtung als auch Größe der einwirkenden Radialkraft derart gesteuert werden, dass ein möglichst geradlinig verlaufendes Bohrloch in dem Werkstück hergestellt werden kann. An-
5 dererseits ist es aber auch möglich, mit dem Verfahren ein Bohrloch mit einem gekrümmten, d.h. nicht geradlinigen räumlichen Längsverlauf herzustellen, indem während des Vordrin-
gens des Bohrers in das Werkstück Richtung und Größe der Radialkraft, die auf den Bohr-
kopf einwirkt, als auch der Winkelbereich bzw. der sogenannte Öffnungswinkel über den die Radialkraft zur Wirkung kommt entsprechend gesteuert werden.

10 Weitere vorteilhafte Ausbildungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 67 bis 92 be-
schrieben.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Fig. näher
erläutert.

15 Es zeigen in schematisch vereinfachter Darstellung:

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Bohren eines Tiefenbohrlochs in einem Werkstück;

20 Fig. 2 eine Seitenansicht des Bohrers aus einer senkrecht bezüglich der Bohrerachse
gerichteten Blickrichtung;

Fig. 3 eine Draufsicht auf den Bohrkopf des Bohrers gemäß Fig. 2;

25 Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Bohrers mit einer zweiten Austrittsöffnung
in Seitenansicht;

Fig. 5 eine Draufsicht auf den Bohrkopfs des Bohrers gemäß Fig. 4;

30 Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Bohrers;

Fig. 7 eine Seitenansicht des Bohrers gemäß Fig. 6;

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Bohrer (4) mit einem Bohrkopf (5) mit einem Durchmesser D (51), wobei der Bohrkopf (5) an einer Bohrerspitze (13) nur eine, sich über einen Teil des Durchmessers D (51) erstreckende Schneide (52) hat, und mit einer seitlichen, V-förmigen Spanabführungsnot bzw. Sicke (59) und mit einem Kanal (12) mit einer Austrittsöffnung (56) im Bohrkopf (5) für die Zuführung eines Bohrfluids (9), dadurch gekennzeichnet, dass an einer der Sicke (59) abgewandten Bohrerseite (61) des Bohrkopfs (5) zwischen einer ersten und einer zweiten Zylindermantelteilfläche (64, 65) des Bohrkopfs (5) eine den Querschnitt des Bohrkopfs (5) bezüglich einer einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) reduzierende Rückversetzung (63) ausgebildet ist, wobei die Rückversetzung (63) zumindest annähernd ebenflächig ausgebildet und in einem der Bohrerspitze (13) zugewandten Endbereich (74) des Bohrkopfs (5) angeordnet ist und sich in axialer Richtung erstreckt, und wobei eine Flächennormale (67) der Rückversetzung (63) mit einer Winkelhalbierenden (68) der Sicke (59) einen Winkel (69) einschließt, wobei dieser Winkel (69) einen Wert aus einem Bereich von - 50 ° bis + 50 ° hat.

2. Bohrer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis aus einer Länge des Bohrkopfs (5) zu dessen Durchmesser D (51) einen Wert aus einem Bereich von 0,5 bis 10 hat.

3. Bohrer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis aus der Länge des Bohrkopfs (5) zu dessen Durchmesser D (51) einen Wert aus einem Bereich von 1 bis 4 hat.

4. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel (69) einen Wert aus einem Bereich von - 30 ° bis + 30 ° hat.

5. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückversetzung (63) mit einer Breite (70) ausgebildet ist, wobei ein Verhältnis aus dem Durchmesser D (51) und der Breite (70) einen Wert aus einem Bereich von 0,1 bis 0,8 hat.

6. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die

- 2 -

Rückversetzung (63) in Richtung auf die Bohrerspitze (13) hin durchgehend verlaufend ist.

7. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückversetzung (63) bezüglich einer Bohrerachse (27) des Bohrkopfs (5) parallel ausgerichtet ist.

8. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehrere voneinander durch zwischenliegende Zylindermantelteilflächen (64, 65) distanzierte Rückversetzungen (63) ausgebildet sind.

9. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrkopf (5) mit einer Schneide (52) mit einem ersten Schneidenabschnitt (53) und mit einem zweiten Schneidenabschnitt (54) ausgebildet ist, wobei der erste Schneidenabschnitt (53) einer Bohrerachse (27) des Bohrkopfs (5) zugewandt ist und der zweite Schneidenabschnitt (54) der Bohrerachse (27) des Bohrkopfs (5) abgewandt ist, und der erste Schneidenabschnitt (53) mit der Bohrerachse (27) einen ersten Schneidenwinkel (71) von zumindest 70 ° einschließt.

10. Bohrer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schneidenwinkel (71) einen Wert von zumindest 80 ° hat.

11. Bohrer nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Schneidenabschnitt (54) mit der Bohrerachse (27) einen zweiten Schneidenwinkel (71) einschließt, wobei der zweite Schneidenwinkel (71) einen Wert aus einem Bereich von 20 ° bis 90 ° hat.

12. Bohrer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Schneidenwinkel (71) einen Wert aus einem Bereich von 35 ° bis 80 ° hat.

13. Bohrer nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch die beiden Schneidenabschnitte (53, 54) gebildete Schneidenspitze (55) einen minimalen Randabstand (73) bezüglich einer einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) hat, der einen Wert aus einem Bereich von 1/10 bis 1/3 des Durchmessers D (51) hat.

- 3 -

14. Bohrer nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Randabstand (73) einen Wert aus einem Bereich von 1/5 bis 1/4 des Durchmessers D (51) hat.

5 15. Bohrer nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein der Bohrerachse (27) des Bohrkopfs (5) bzw. ein der Schneidenspitze (55) abgewandter Endbereich (74) des zweiten Schneidenabschnitts (54) zur einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) hin abgerundet ausgebildet ist.

10 16. Bohrer nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der der Schneidenspitze (55) abgewandte Endbereich (74) des zweiten Schneidenabschnitts (54) einen Krümmungsradius (75) mit einem Wert von bis zu $\frac{1}{2}$ des Durchmessers D (51) hat.

15 17. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmessers D (51) des Bohrkopfs (5) einen Wert aus einem Bereich von 3 mm bis 40 mm hat.

20 18. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmessers D (51) des Bohrkopfs (5) einen Wert aus einem Bereich von 4 mm bis 20 mm hat.

19. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Austrittsöffnung (76) in einem durch die Rückversetzung (63) gebildeten Oberflächenbereich (77) des Bohrkopfs (5) angeordnet ist.

25 20. Bohrer nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mündungsachse (58) der zweiten Austrittsöffnung (76) bezüglich der Flächennormalen (67) der Rückversetzung (63) geneigt ist.

30 21. Bohrer nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein Neigungswinkel (79) der Mündungsachse (58) bezüglich der Flächennormalen (67) der Rückversetzung (63) einen Wert aus einem Bereich von 0° bis 80° hat.

22. Bohrer nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel

- 4 -

(79) der Mündungsachse (58) einen Wert aus einem Bereich von 30 ° bis 60 ° hat.

23. Bohrer nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Austrittsöffnung (76) in einem der Bohrerspitze (13) näher gelegenen Bereich des Bohrkopfs (5) liegt und eine weitere Austrittsöffnung (56) in einem durch die Sicke (59) gebildeten Oberflächenbereich (77) des Bohrkopfs (5) angeordnet ist, wobei diese weitere Austrittsöffnung (56) in einem von der Bohrerspitze (13) weiter entfernt gelegenen Bereich des Bohrkopfs (5) liegt.

5 24. Bohrer nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die an 10 der der Sicke (59) abgewandten Bohrseite (61) des Bohrkopfs (5) bzw. in der Rückversetzung (63) ein piezoelektrisches Element (105) angeordnet ist.

15 25. Bohrer nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das piezoelektrisches Element (105) mit einer Anlageseite (109) ausgebildet ist, wobei die Anlageseite (109) mit der einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) fluchtend ausgebildet ist.

20 26. Bohrer mit einem Bohrkopf (5) mit einem Durchmesser D (51), wobei der Bohrkopf (5) an einer Bohrerspitze (13) nur eine, sich über einen Teil des Durchmesser D (51) erstreckende Schneide (52) hat, und mit einer seitlichen, V-förmigen Spanabführungsnu 25 bzw. Sicke (59) und mit einem Kanal (12) mit einer Austrittsöffnung (56) im Bohrkopf (5) für die Zuführung eines Bohrfluids (9), wobei an einer der Sicke (59) abgewandten Bohrseite (61) des Bohrkopfs (5) zwischen einer ersten und einer zweiten Zylindermantelteilfläche (64, 65) des Bohrkopfs (5) eine den Querschnitt des Bohrkopfs (5) bezüglich einer einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) reduzierende Rückversetzung (63) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrkopf (5) ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element (110) aufweist.

30 27. Bohrer nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das die elektromagnetische Strahlung emittierende Element (110) durch ein Stück eines Gammastrahlung emittierenden chemischen Elements gebildet ist.

28. Vorrichtung (1) zum Bohren eines Bohrlochs (2) in einem Werkstück (3) mit einem Durchmesser D (51) eines Bohrers (4) und einer Tiefe (35) des Bohrlochs (2), wobei

- 5 -

das Verhältnis von Tiefe (35) zu Durchmesser D (51) größer ist als 100, mit einer Bohrspindel (7) und mit einem Bohrer (4) umfassend einen Bohrkopf (5), einen Bohrschaft (6) und einen Kanal (12) für die Zuführung eines Bohrfluids (9) und mit einem Bohrfluidkreislauf (8) für das Bohrfluid (9), wobei der Bohrfluidkreislauf (8) zumindest eine Pumpe (11) und eine Zuführleitung (18) umfasst und mit einer Drehübergabe (17) an der Bohrspindel (7) zur Zuführung des Bohrfluids (9) in den Kanal (12) des Bohrers (4), dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) einen Bohrer (4) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23 umfasst.

5 29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) eine Pulsleitung (25) mit einem Ventil (26) umfasst, wobei die Pulsleitung (25) unmittelbar vor der Drehübergabe (17) von der Zuführleitung (18) abzweigt.

10 30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (26) durch ein Servoventil gebildet ist.

15 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) eine Filtereinrichtung mit einem Grobfilter (15) und/oder einem Feinfilter (16) für das Bohrfluid (9) umfasst.

20 32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die Zuführleitung (18) und/oder die Pulsleitung (25) des Bohrfluidkreislaufs (8) durch Leitungen (106) mit einer hohen Stabilität gegenüber einer radialen und gegenüber einer longitudinalen Dehnung ausgebildet sind.

25 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) für einen Druck des Bohrfluids (9) aus einem Bereich von bis zu 60 bar ausgebildet ist.

30 34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) für einen Druck des Bohrfluids (9) aus einem Bereich von bis zu 160 bar ausgebildet ist.

35. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8)

- 6 -

idkreislauf (8) für einen Druck des Bohrfluids (9) aus einem Bereich von bis zu 300 bar ausgebildet ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) für einen Druck des Bohrfluids (9) aus einem Bereich von bis zu 600 bar ausgebildet ist.

5 37. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) für einen Druck des Bohrfluids (9) aus einem Bereich von bis zu 4000 bar 10 ausgebildet ist.

15 38. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrfluidkreislauf (8) für einen Druck des Bohrfluids (9) aus einem Bereich von mehr als 4000 bar ausgebildet ist.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass diese einen Drehgeber (28) zur Messung der Drehzahl bzw. der Winkelgeschwindigkeit des Bohrers (4) und der momentanen Stellung einer Schneide (52) des Bohrers (4) umfasst.

20 40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messvorrichtung (30) zur Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrloches (2) ausgebildet ist.

25 41. Vorrichtung nach Anspruch 39 und 40, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerungseinrichtung (29), die mit dem Drehgeber (28), mit der Messvorrichtung (30) und mit dem Ventil (26) verbunden ist, ausgebildet ist.

30 42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (30) einen Messkopfräger (34) zur Veränderung der räumlichen Lage und der Ausrichtung eines Messkopfs (31) umfasst.

43. Vorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (30) eine Positionsmesseinrichtung zur Messung der räumlichen Lage des Messkopfrä-

gers bzw. des Messkopfs (31) umfasst.

44. Vorrichtung nach Anspruch 42 oder 43, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Messkopfräger zumindest ein Ultraschallsender (36) und zumindest einen Ultraschallempfänger (37) angeordnet sind.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallsender (36) und der Ultraschallempfänger (37) in einem gemeinsamen Ultraschallmesskopf angeordnet sind.

10 46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 42 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Messkopfräger (34) ein Strahlendetektor (108) zur Messung elektromagnetischer Strahlung und in dem Bohrkopf (5) ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element (110) angeordnet ist.

15 47. Vorrichtung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlendetektor (108) zumindest zur Messung der Intensität von Gammastrahlung ausgebildet ist und das Element (110) durch ein Stück eines Gammastrahlung emittierenden chemischen Elements gebildet ist.

20 48. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Bohrleitrohr (91) mit einer Bohrbuchse (94) und einem Bohrbuchsenschaft (93) umfasst, wobei in der Bohrbuchse (94) ein exzentrisch angeordnetes Bohrerführungsloch (95) ausgebildet ist.

25 49. Vorrichtung nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass das Bohrerführungsloch (95) bezüglich einer Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) schräg ausgerichtet ist.

30 50. Vorrichtung nach Anspruch 48 oder 49, dadurch gekennzeichnet, dass eine Achse (97) des Bohrerführungslochs (95) und die Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) einen Neigungswinkel (79) einschließen, dessen Wert aus einem Bereich zwischen 0° und 5° gewählt ist.

51. Vorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel (79) zwischen der Achse (97) des Bohrerführungslochs (95) und der Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) aus einem Bereich zwischen $0,5^{\circ}$ und $1,5^{\circ}$ gewählt ist.

5 52. Vorrichtung zum Bohren eines Bohrlochs (2) in einem Werkstück (3) mit einem Durchmesser D (51) eines Bohrers (4) und einer Tiefe (35) des Bohrlochs (2), wobei das Verhältnis von Tiefe (35) zu Durchmesser D (51) größer ist als 100, mit einer Bohrspindel (7) und mit einem Bohrer (4) umfassend einen Bohrkopf (5), einen Bohrschaft (6) und einen Kanal (12) für die Zuführung eines Bohrfluids (9) und mit einem Bohrfluidkreislauf (8) für das Bohrfluid (9), wobei der Bohrfluidkreislauf (8) zumindest eine Pumpe (11) und eine Zuführleitung (18) umfasst und mit einer Drehübergabe (17) an der Bohrspindel (7) zur Zuführung des Bohrfluids (9) in den Kanal (12) des Bohrers (4), dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) einen Bohrer (4) gemäß einem der Ansprüche 24 bis 27 umfasst.

10 15 53. Vorrichtung nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, dass diese einen Drehgeber (28) zur Messung der Drehzahl bzw. der Winkelgeschwindigkeit des Bohrers (4) und der momentanen Stellung einer Schneide (52) des Bohrers (4) umfasst.

20 54. Vorrichtung nach Anspruch 52 oder 53, dass eine Messvorrichtung (30) zur Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrloches (2) ausgebildet ist.

25 55. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 53 und 54, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinrichtung (29), die mit dem Drehgeber (28) und mit der Messvorrichtung (30) verbunden ist, ausgebildet ist.

56. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 52 bis 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (30) einen Messkopfräger (34) zur Veränderung der räumlichen Lage und der Ausrichtung eines Messkopfs (31) umfasst.

30 57. Vorrichtung nach Anspruch 56, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (30) eine Positionsmesseinrichtung zur Messung der räumlichen Lage des Messkopfrägers (34) bzw. des Messkopfs (31) umfasst.

- 9 -

58. Vorrichtung nach Anspruch 56 oder 57, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Messkopfräger (34) zumindest ein Ultraschallsender (36) und zumindest einen Ultraschall-empfänger (37) angeordnet sind.

5 59. Vorrichtung nach Anspruch 58, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschall- sender (36) und der Ultraschallempfänger (37) in einem gemeinsamen Ultraschallmesskopf angeordnet sind.

10 60. Vorrichtung nach Anspruch 56 oder 57, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Messkopfräger (34) ein Strahlendetektor (108) zur Messung elektromagnetischer Strahlung und in dem Bohrkopf (5) ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element (110) angeordnet ist.

15 61. Vorrichtung nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlendetektor (108) zumindest zur Messung der Intensität von Gammastrahlung ausgebildet ist und das Element (110) durch ein Stück eines Gammastrahlung emittierenden chemischen Elements gebildet ist.

20 62. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 52 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Bohrleitrohr (91) mit einer Bohrbuchse (94) und einem Bohrbuchsenschaft (93) umfasst, wobei in der Bohrbuchse (94) ein exzentrisch angeordnetes Bohrerführungsloch (95) ausgebildet ist.

25 63. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 52 bis 62, dadurch gekennzeichnet, dass das Bohrerführungsloch (95) bezüglich einer Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) schräg ausgerichtet ist.

30 64. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 52 bis 63, dadurch gekennzeichnet, dass eine Achse (97) des Bohrerführungslochs (95) und die Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) einen Neigungswinkel (79) einschließen, dessen Wert aus einem Bereich zwischen 0 ° und 5 ° gewählt ist.

65. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 52 bis 64, dadurch gekennzeichnet, dass

- 10 -

der Neigungswinkel (79) zwischen der Achse des Bohrerführungslochs (95) und der Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) aus einem Bereich zwischen 0,5 ° und 1,5 ° gewählt ist.

66. Verfahren zum Bohren von tiefen Bohrlöchern in Werkstücken (3) mit einem Bohrer (4) mit einem Bohrkopf (5) von der Form eines Einlippenbohrers und mit einer seitlichen, V-förmigen Spanabführungsnuß bzw. Sicke (59) und mit einem Kanal (12) mit einer Austrittsöffnung (56) im Bohrkopf (5) für die Zuführung eines Bohrfluids (9), dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Bohrkopf (5) an einer der Sicke (59) abgewandten Bohrerseite (61) des Bohrkopfs (5) zwischen einer ersten und einer zweiten Zylindermantelteilfläche (64, 10 65) des Bohrkopfs (5) eine den Querschnitt des Bohrkopfs (5) bezüglich einer einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) reduzierende Rückversetzung (63) ausgebildet ist und auf den Bohrkopf (5) eine periodisch über einen vorbestimmbaren Rotationswinkelbereich wirkende Radialkraft (19) ausgeübt wird, wobei die Radialkraft (19) durch einen Druckpolster erzeugt wird, der durch das, im Bereich eines, durch die Rückversetzung (63) 15 und eine Seitenwand des Bohrloches (2) gebildeten Volumens befindliche Bohrfluid (9) gebildet wird.

67. Verfahren nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass während des Bohrvorgangs eine Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs (2) durchgeführt wird.

68. Verfahren nach Anspruch 67, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs (2) mittels Ultraschall durchgeführt wird.

69. Verfahren nach Anspruch 67, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs (2) mittels elektromagnetischer Strahlen durchgeführt wird.

70. Verfahren nach Anspruch 69, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs (2) mittels eines am Bohrkopf (5) des Bohrers (4) 30 angeordneten Gammastrahlers durchgeführt wird.

71. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 70, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Messwerten der Messung des räumlichen Längsverlaufs des Bohrlochs (2) die Rich-

tung und der Betrags einer Mittenabweichung des Bohrlochs (2) berechnet werden.

72. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 71, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messung einer Drehzahl bzw. einer Winkelgeschwindigkeit und einer momentanen Lage 5 bzw. Ausrichtung einer Schneide (52) des Bohrers (4) erfolgt.

73. Verfahren nach Anspruch 72, dadurch gekennzeichnet, dass aus der momentanen Lage bzw. Ausrichtung der Schneide (52) des Bohrers (4) und der Richtung und des Betrags der Mittenabweichung des Bohrlochs (2) ein zeitlicher Verlauf der periodischen Veränderung der Radialkraft (19) berechnet wird. 10

74. Verfahren nach Anspruch 73, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis aus einer Frequenz entsprechend der Umdrehung des Bohrers (4) und einer Frequenz des zeitlichen Verlaufs der periodischen Veränderung der Radialkraft (19) ganzzahlig ist.

15 75. Verfahren nach Anspruch 74, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz entsprechend der Umdrehung des Bohrers (4) und die Frequenz des zeitlichen Verlaufs der periodischen Veränderung der Radialkraft (19) gleich sind.

20 76. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 75, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrvorgang mit dem Bohrer (4) mit dem Durchmesser D (51) unterbrochen wird und mit einem Bohrer (92) mit einem Durchmesser (99), der kleiner ist als der Durchmesser D (51) und der in einem exzentrisch angeordneten Bohrerführungsloch (95) eines Bohrleitrohrs (91) geführt ist, gebohrt wird, wobei eine Bohrbuchse (94) des Bohrleitrohrs (91) einen äußeren Durchmesser (98) hat, der geringfügig kleiner ist als der Durchmesser D (51). 25

77. Verfahren nach Anspruch 76, dadurch gekennzeichnet, dass das Bohrerführungsloch (95) bezüglich einer Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) schräg ausgerichtet ist. 30

78. Verfahren nach Anspruch 76 oder 77, dadurch gekennzeichnet, dass eine Achse (97) des Bohrerführungslochs (95) und die Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) einen Neigungswinkel (79) einschließen, dessen Wert aus einem Bereich zwischen 0° und 5° ge-

wählt wird.

79. Verfahren nach Anspruch 78 dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel (79) zwischen der Achse des Bohrerführungslochs (95) und der Längsmittelachse (96) der Bohrbuchse (94) aus einem Bereich zwischen $0,5^{\circ}$ und $1,5^{\circ}$ gewählt wird.

80. Verfahren nach Anspruch 66 oder 79, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teilstrom des Bohrfluids (9) mit einer Ausströmrichtung gegen eine seitliche Innenwand des Bohrlochs (2) gerichtet wird.

10 81. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 80, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Bohrfluids (9) entsprechend dem berechneten zeitlichen Verlauf verändert wird.

15 82. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 81, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderung des Drucks durch Ansteuerung eines den Druck reduzierenden Ventils (26) erfolgt.

20 83. Verfahren nach Anspruch 82, dadurch gekennzeichnet, dass für das Ventil (26) ein Servoventil verwendet wird.

25 84. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 83, dadurch gekennzeichnet, dass für die Zuführung des Bohrfluids (9) zu dem Bohrer (4) Leitungen (106) mit einer hohen Stabilität gegenüber einer radialen und gegenüber einer longitudinalen Dehnung bzw. mit einem hohen Elastizitätsmodul verwendet werden.

85. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 84, dadurch gekennzeichnet, dass für den Druck ein Wert aus einem Bereich von zumindest 60 bar verwendet wird.

30 86. Verfahren nach Anspruch 85 dadurch gekennzeichnet, dass für den Druck ein Wert aus einem Bereich von zumindest 160 bar verwendet wird.

87. Verfahren nach Anspruch 86, dadurch gekennzeichnet, dass für den Druck ein

- 13 -

Wert aus einem Bereich von zumindest 300 bar verwendet wird.

88. Verfahren nach Anspruch 87, dadurch gekennzeichnet, dass für den Druck ein Wert aus einem Bereich von zumindest 600 bar verwendet wird.

5

89. Verfahren nach Anspruch 88, dadurch gekennzeichnet, dass für den Druck ein Wert aus einem Bereich von zumindest 4.000 bar verwendet wird.

10 90. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 89, dadurch gekennzeichnet, dass Bohrfluid (9) mit einer Viskosität bei 40 ° C aus einem Bereich von maximal 30 mm²/s verwendet wird.

15 91. Verfahren nach Anspruch 90, dadurch gekennzeichnet, dass Bohrfluid (9) mit einer Viskosität bei 40 ° C aus einem Bereich von maximal 22 mm²/s verwendet wird.

92. Verfahren nach einem der Ansprüche 66 bis 79, dadurch gekennzeichnet, dass der Bohrkopf (5) des Bohrers (4) ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Element (110) aufweist.

20 93. Verfahren zum Bohren von tiefen Bohrlöchern in Werkstücken (3) mit einem Bohrer (4) mit einem Bohrkopf (5) von der Form eines Einlippenbohrers und mit einer seitlichen, V-förmigen Spanabführungsnut bzw. Sicke (59) und mit einem Kanal (12) mit einer Austrittsöffnung (56) im Bohrkopf (5) für die Zuführung eines Bohrfluids (9), dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Bohrkopf (5) an einer der Sicke (59) abgewandten Bohrerseite (61) des Bohrkopfs (5) zwischen einer ersten und einer zweiten Zylindermantelteilfläche (64, 65) des Bohrkopfs (5) eine den Querschnitt des Bohrkopfs (5) bezüglich einer einhüllenden Zylindermantelfläche (62) des Bohrkopfs (5) reduzierende Rückversetzung (63) ausgebildet ist und auf den Bohrkopf (5) eine periodisch über einen vorbestimmbaren Rotationswinkelbereich wirkende Radialkraft (19) ausgeübt wird, wobei die Radialkraft (19) durch ein in der Rückversetzung (63) angeordnetes piezoelektrisches Element (105) erzeugt wird.

25

30